

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2006 Thomson Derwent. All rts. reserv.

013415618 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 2000-587556/200055

Related WPI Acc No: 2000-587451; 2000-587555

XRPX Acc No: N00-434747

**Direct injection internal combustion engine has fuel cone injected as free jet almost unaffected by chamber boundary, plug electrodes protruding into fuel vortex**

Patent Assignee: DAIMLERCHRYSLER AG (DAIM )

Inventor: ERNST J; GANZ B; KLENK R; ROESSLER K

Number of Countries: 021 Number of Patents: 005

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
WO 200055481	A1	20000921	WO 2000EP2078	A	20000310	200055 B
EP 1161620	A1	20011212	EP 2000909349	A	20000310	200204
			WO 2000EP2078	A	20000310	
US 6575132	B1	20030610	WO 2000EP2078	A	20000310	200340
			US 2002936338	A	20020128	
EP 1538317	A2	20050608	EP 2000909349	A	20000310	200537
			EP 20055090	A	20000310	
EP 1161620	B1	20050921	EP 2000909349	A	20000310	200563
			WO 2000EP2078	A	20000310	
			EP 20055090	A	20050309	

Priority Applications (No Type Date): DE 199011023 A 19990312

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

WO 200055481 A1 G 28 F02B-023/10

Designated States (National): JP US

Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE

EP 1161620 A1 G F02B-023/10 Based on patent WO 200055481

Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE

US 6575132 B1 F02B-017/00 Based on patent WO 200055481

EP 1538317 A2 G F02B-023/10 Div ex application EP 2000909349

Div ex patent EP 1161620

Designated States (Regional): DE FR IT

EP 1161620 B1 G F02B-023/10 Related to application EP 20055090

Related to patent EP 1538317

Based on patent WO 200055481

Designated States (Regional): DE FR IT

Abstract (Basic): WO 200055481 A1

NOVELTY - The engine has combustion chambers (4) with injectors (6) whose nozzles inject fuel into the chambers in a cone shape with an opening angle between 70 and 110 degrees to form an ignitable fuel/air mixture with separately delivered combustion air, whereby the mixture is ignited by an ignition plug whose electrodes (12) are outside the lateral surface (9) of the fuel cone (8). The combustion chambers are configured so that the fuel cone is injected as a free jet almost unaffected by the chamber boundary and the plug electrodes protrude into a fuel vortex (10) emanating from the lateral surface during injection.

USE - Direct injection, spark ignition internal combustion engine.

ADVANTAGE - The engine can be operated with optimal operating characteristics.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a schematic sectional representation of a spark ignition internal combustion engine

combustion chamber (4)

injector (6)

ignition plug electrodes (12)

fuel cone lateral surface (9)

fuel cone (8)

fuel vortex (10)

pp; 28 DwgNo 1/4

Title Terms: DIRECT; INJECTION; INTERNAL; COMBUST; ENGINE; FUEL; CONE;  
INJECTION; FREE; JET; UNAFFECTED; CHAMBER; BOUNDARY; PLUG; ELECTRODE;  
PROTRUDE; FUEL; VORTEX

Derwent Class: Q52

International Patent Class (Main): F02B-017/00; F02B-023/10

International Patent Class (Additional): F02B-017/00

File Segment: EngPI

?

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> : <b>F02B 23/10, 17/00</b>	<b>A1</b>	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/55481</b> (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: <b>21. September 2000 (21.09.00)</b>
(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/EP00/02078</b> (22) Internationales Anmeldedatum: <b>10. März 2000 (10.03.00)</b> (30) Prioritätsdaten: <b>199 11 023.9 12. März 1999 (12.03.99) DE</b> (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): <b>DAIM- LERCHRYSLER AG [DE/DE]; Epplestrasse 225, D-70567 Stuttgart (DE).</b> (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): <b>ERNST, Johannes [DE/DE]; Röderswaldweg 7, D-76534 Baden-Baden (DE). GANZ, Benedikt [DE/DE]; Laurentiusstrasse 34, D-76477 Elchesheim-Iltingen (DE). KLENK, Rolf [DE/DE]; Augsburg- burgerstrasse 355, D-70327 Stuttgart (DE). RÖSSLER, Klaus [DE/DE]; Hartweg 7, D-73776 Altbach (DE).</b> (74) Anwälte: <b>DAHMEN, Toni usw.; DaimlerChrysler AG, Intellec- tual Property Management, FTP - C 106, D-70546 Stuttgart (DE).</b>	(81) Bestimmungsstaaten: <b>JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</b>  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	

BEST AVAILABLE COPY

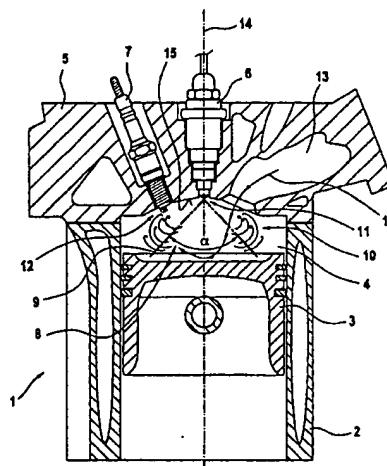
(54) Title: **DIRECT INJECTION, SPARK IGNITION INTERNAL COMBUSTION ENGINE**(54) Bezeichnung: **DIREKTEINSPRITZENDE OTTO-BRENNKRAFTMASCHINE**

(57) Abstract

The invention relates to a direct injection internal combustion engine comprising a combustion chamber (4) which is delimited in each cylinder (2) by a longitudinally displaced piston (3) and by the inner wall (15) of a cylinder head (5). According to the invention, an injector (6) injects fuel into the combustion chamber (4) in order to form an ignitable fuel/air mixture with combustion air that is supplied separately, whereby the mixture is to be ignited by a spark plug (7). The fuel is injected in a conical manner and the electrodes (12) are protected from becoming wet with fuel and from being coked when they are located outside the surface (9) of the cone (8) of fuel produced by the injection nozzle (11). In order to deliver an ignitable mixture between the electrodes (12) and to ensure an optimal operating performance of the internal combustion engine (1) by improving the combustion process, the invention provides that the combustion chamber is configured in such a way that the cone (8) of fuel is injected in a free stream that is nearly uninfluenced by the delimitation of the combustion chamber, and such that the electrodes (12) of the spark plug (7) projects inside a fuel swirl (10) which protrudes from said surface (9) during injection.

(57) Zusammenfassung

Bei direkteinspritzenden Brennkraftmaschinen mit einem Brennraum (4), der in jedem Zylinder (2) von einem längsbeweglichen Kolben (3) und der Innenwand (15) eines Zylinderkopfes (5) begrenzt ist, spritzt ein Injektor (6) Kraftstoff in den Brennraum (4) ein zur Bildung eines zündfähigen Kraftstoff/Luft-Gemisches mit separat zugeführter Verbrennungsluft, wobei das Gemisch von einer Zündkerze (7) zu zünden ist. Der Kraftstoff wird kegelförmig eingespritzt und die Elektroden (12) sind vor Kraftstoffbenetzung und Verkokung geschützt, wenn sie außerhalb der Mantelfläche (9) des von der Einspritzdüse (11) erzeugten Kraftstoffkegels (8) liegen. Um zündfähiges Gemisch zwischen die Elektroden (12) zu bringen und ein optimales Betriebsverhalten der Brennkraftmaschine (1) durch Verbesserung des Verbrennungsablaufes sicherzustellen, ist erfindungsgemäß eine derartige Brennraumkonfiguration vorgesehen, daß der Kraftstoffkegel (8) in einem von der Brennraumbegrenzung nahezu unbeeinflussten Freistrahle eingespritzt wird und die Elektroden (12) der Zündkerze (7) in einen bei der Einspritzung aus der Mantelfläche (9) hervortretenden Kraftstoffwirbel (10) einragen.



# LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AI.	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Letland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Direkteinspritzende Otto-Brennkraftmaschine

Die Erfindung betrifft eine direkteinspritzende Otto-Brennkraftmaschine der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Gattung.

Bei direkteinspritzenden Otto-Brennkraftmaschinen ist ein Brennraum in jedem Zylinder von einem längsbeweglichen Kolben und der Innenwand eines Zylinderkopfes begrenzt, wobei ein Injektor Kraftstoff zur inneren Gemischbildung mit separat zugeführter Verbrennungsluft in den Brennraum einspritzt. Die Zusammensetzung des Kraftstoff/Luft-Gemisches muß im Bereich der Zündkerze innerhalb des zündfähigen Fensters liegen, um mittels eines Zündfunken zündbar zu sein, welcher zwischen den Elektroden einer Zündkerze auslösbar ist.

Aus der DE 195 46 945 A1 ist eine direkteinspritzende Brennkraftmaschine bekannt, deren Injektoren mit ihren Einspritzdüsen den Kraftstoff kegelförmig in den Brennraum einspritzen, wobei die Zündkerze derart angeordnet ist, daß ihre Elektroden außerhalb der Mantelfläche des von der Einspritzdüse erzeugten Kraftstoffkegels liegen. Auf diese Weise wird eine Benetzung der Elektroden mit Kraftstoff beim Einspritzvorgang vermieden und der Rußablagerung auf den Elektroden aufgrund unvollständig verbrannten Kraftstoffes entgegengewirkt. Die Elektroden sind über einen langen Betriebszeitraum von Verkokungen frei, wodurch ein ordnungsgemäßes Arbeiten der Brennkraftmaschine ohne Zündaussetzer gewährleistet sein soll. Um zündfähiges Gemisch zwischen die außerhalb des Kraftstoffkegels angeordneten Elektroden zu bringen, ist die Zündkerze derart angeordnet,

daß die Masseelektrode mit einem geringen Abstand zur Mantelfläche des Kraftstoffkegels liegt und die Innenwand des Zylinderkopfes parallel zur Mantelfläche des Kraftstoffkegels verläuft unter Ausbildung eines Zwischenraumes zumindest an derjenigen Stelle, an der die Elektroden der Zündkerze angeordnet sind.

In dem Zwischenraum soll sich eine Wirbelströmung ergeben, welche aus Kraftstoff/Luft-Gemisch besteht und in den Bereich der Elektroden reicht. Um die Wirbelströmung zu generieren, ist eine besondere Formgebung der Innenwand und eine injektornahe Anordnung der Zündkerze erforderlich. Der Injektor ist in einer Einsenkung der Innenwand angeordnet, also vom freien Brennraumvolumen zurückgesetzt, wodurch der Gemischwirbel in dem der Einspritzdüse benachbarten Bereich entstehen und in dem Hohlraum zirkulieren soll, welcher zwischen der Mantelfläche des Kraftstoffkegels und der Innenwand des Zylinderkopfes im Bereich der Einspritzdüse gebildet ist. Des weiteren soll durch den Luftspalt zwischen dem Kraftstoffkegel und der parallelen, ebenso kegelförmigen Innenwand des Zylinderkopfes Luft zurückströmen, die von dem in den Brennraum eingespritzten Kraftstoff verdrängt wurde. Während der Rückströmung zur Zündkerze entlang der Innenwand sollen weitere Kraftstoffteilchen aus dem Kraftstoffkegel mitgerissen werden. Die Wirbelströmung ist im injektornahen Bereich genügend stark ausgebildet, um zündfähiges Gemisch zwischen die Elektroden einer Zündkerze zu bringen. Die Zündkerze muß demnach nahe dem Injektor angeordnet sein.

Bei der bekannten direkteinspritzenden Otto-Brennkraftmaschine muß die Brennraumbegrenzung insbesondere durch die Innenwand des Zylinderkopfes mit hohem Aufwand präzise gestaltet werden, um die gewünschten strömungstechnischen Effekte zur Bildung der zündfähigen Gemischwirbel zu erreichen. Die bekannte Brennraumkonfiguration mit der zur Gemischwirbelbildung erforderlichen Brennraumform und der zwangsläufig injektornah angeordneten Zündkerze kann oft-

mals einen optimalen Verbrennungsvorgang nicht erreichen und das gewünschte Betriebsverhalten der Brennkraftmaschine gewährleisten.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die direkteinspritzende Otto-Brennkraftmaschine der gattungsgemäßen Art derart auszubilden, daß die Brennkraftmaschine mit optimalem Betriebsverhalten arbeitet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Bei der erfindungsgemäßen Brennraumkonfiguration wird der Kraftstoffkegel in einem von der Brennraumbegrenzung nahezu unbeeinflussten Freistrahle eingespritzt, d.h. der Kraftstoffkegel wird in einem derartig großen Abstand, insbesondere von der Innenwand des Zylinderkopfes eingespritzt, daß sich der kegelförmige Kraftstoffstrahl weitgehend ohne strömungsmechanische Wandeffekte der Brennraumbegrenzung im freien Brennraumvolumen ausbreitet. Dabei bilden sich bei der Einspritzung aus der Mantelfläche des Kegels hervortretende Kraftstoffwirbel, welche zunächst hauptsächlich aus Kraftstoffdampf bestehen und sich mit der umliegenden Verbrennungsluft im Brennraum vermischen. Die Kraftstoffwirbel bilden sich besonders deutlich aus, wenn der Öffnungswinkel des Kraftstoffstrahlkegels zwischen 70° und 110° beträgt und werden durch eine Luftströmung erzeugt, welche im Bereich der Mantelfläche des Kraftstoffkegels aufgrund vom Kraftstoffstrahl mitgerissener Luft entsteht, wobei in entgegengesetzter Richtung durch den entstehenden Unterdruck ebenfalls eine Luftströmung erzeugt wird. Die Zündkerze wird erfindungsgemäß derart positioniert, daß die Elektroden in den Kraftstoffwirbel des Freistrahls einragen. Vorzugsweise ist die Funkenlage der Elektroden 1 mm bis 15 mm von der Mantelfläche des Kraftstoffkegels entfernt.

Der Kraftstoffwirbel, welcher zündfähiges Gemisch zwischen die Elektroden bringt, bildet sich an der Mantelfläche des Freistrahls ohne wirksamen Einfluß von der Brennraumbegrenzung aus, so daß die Brennraumform frei gestaltbar ist. Es liegt ein sogenanntes strahlgeführtes Brennverfahren vor, bei dem Wandeffekte der Innenwand des Zylinderkopfes oder etwa einer Kolbenmulde kaum Einfluß auf die Gemischbildung und die Zündung ausüben. Insbesondere im Schichtladungsbetrieb der Brennkraftmaschine, wenn mit Kraftstoffeinspritzung während des Kompressionshubes gearbeitet wird und bei luftgefülltem Brennraum eine zentrale Kraftstoffwolke gebildet wird, kann so mit einer einfachen Brennraumgestaltung ein optimales Durchbrennen der Brennraumladung erreicht werden. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Gemischbildung ist darin zu sehen, daß die Zündkerze weiter als bisher vom Injektor entfernt angeordnet sein kann. Der Kraftstoffwirbel liegt lange stabil nahezu an derselben Stelle im Brennraum, wodurch die Zündung in einem weiten Zeitintervall unabhängig vom Einspritzpunkt erfolgen kann.

Der Kraftstoff-Freistrahл wird vorzugsweise hohlkegelförmig in den Brennraum eingespritzt. Hierdurch bilden sich die Kraftstoffwirbel in einer besonders zum Gemischtransport zur Zündkerze geeigneten Form aus, insbesondere bei einer Einspritzung bei hohem Zylinderdruck in der Kompressionsphase während des Schichtladungsbetriebes. Zur Ausbildung des vorteilhaften Hohlkegelstrahls wird zweckmäßig ein Injektor mit einer nach außen öffnenden Einspritzdüse eingesetzt. Die Einspritzdüse sollte dabei derart ausgestaltet sein, daß der Kraftstoff möglichst senkrecht zur Oberfläche des öffnenden Ventilgliedes aus dem Injektor austritt, so daß Ablagerungen und der Bildung von Verkokungen entgegen gewirkt ist. Vorteilhaft können Einspritzdüsen mit Drallerzeugern eingesetzt werden oder auch Injektoren mit zwei Magnetspulen zur Bewegung des nach außen öffnenden Ventilgliedes. Auch nach innen, also in den Innenraum des Injektors öffnende Einspritzdüsen können vorteilhaft sein, welche einen ausgeprägten Hohlkegelstrahl erzeugen. Dadurch



ergibt sich eine stärkere Kraftstoffkonzentration am Strahlrand mit mehr als  $2/3$  der gesamten Einspritzmenge im äußeren Drittel des Kraftstoffkegels. Zur Ausbildung des Hohlkegelstrahls können auch vorteilhaft Injektoren mit Mehrlochdüsen eingesetzt werden, wobei die Kraftstofföffnungen der Mehrlochdüse derart angeordnet sind, daß sich aus den durchtretenden Einzelstrahlen bei der Kraftstoffeinspritzung ein Hohlkegelstrahl ergibt. Grundsätzlich kann jeder Injektor für die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzung in einem Freistrahls geeignet sein, der mit seinem konstruktiven Aufbau einen ausgeprägten Hohlkegelstrahl erzeugt.

Zur Ausbildung ausgeprägter Kraftstoffwirbel am Einspritzkegel wird der Injektor derart angeordnet, daß ein Winkel zwischen einer Symmetrieachse des Kraftstoffkegels und einer Zylinderachse des Zylinders weniger als  $25^\circ$  beträgt. Die Einspritzdüse sollte in einem Abstand von weniger als 20 mm von der Zylinderachse entfernt liegen. Zweckmäßig wird der Injektor zentral im Brennraum angeordnet, wobei die Symmetrieachse des eingespritzten Kraftstoffkegels mit der Zylinderachse des Zylinders zusammenfällt.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind pro Zylinder zwei Zündkerzen vorgesehen. Durch eine Doppelzündung, bei der beide Zündkerzen Zündfunken ausbilden, kann das Risiko von Zündaussetzern vermindert werden. Auch unter extremen Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine, wenn gegebenenfalls der Kraftstoffwirbel zu mageres Gemisch zwischen die Elektroden einer Zündkerze transportiert, so kann doch die Zündung durch die jeweils andere Zündkerze sichergestellt werden. Die beiden Zündkerzen können in gleicher Entfernung vom Injektor im Brennraum angeordnet sein. Liegen die Zündkerzen mit ihren jeweiligen Funkenlagen in unterschiedlichen Abständen zum Injektor, so kann in Abhängigkeit des Betriebspunktes der Brennkraftmaschine jeweils die Zündkerze zur Zündung eingesetzt werden, welche bezüglich der Ausbildung der Kraftstoffwirbel günstiger

liegt. Die Lage der Kraftstoffwirbel wird vom Gegendruck im Brennraum beeinflusst, so daß die zur Zündung optimale Funkenlage abhängig von den Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine wie dem Einspritzzeitpunkt im Kennfeld der Brennkraftmaschine unterschiedlich ist. Auf diese Weise kann die Zündung des Kraftstoffwirbels auf jeden Fall durch eine der zündenden Zündkerzen mit unterschiedlichen Funkenlagen relativ zum Kraftstoffkegel sichergestellt werden.

Vorteilhaft ist eine Steuereinheit vorgesehen, welche in Abhängigkeit der Betriebsbedingungen bestimmt, welche der beiden Zündkerzen zur Zündung des Kraftstoff/Luft-Gemisches eingesetzt wird. Dabei wird abhängig von der Betriebsart (Schichtladung oder homogene Gemischbildung) und den Betriebsbedingungen die Zündung am jeweils günstigsten Zündort sichergestellt, an dem die aus dem Kraftstoffkegel hervortretenden Kraftstoffwirbel die Elektroden der entsprechenden Zündkerze erfaßt.

Die Gemischbildung im Brennraum kann durch geeignete Lenkung der einströmenden Verbrennungsluft verbessert werden. Beispielsweise kann die Verbrennungsluft in einer Tumble-Bewegung in den Brennraum eingebracht werden, wobei die Verbrennungsluft in etwa kreisförmiger Bewegung in einer Ebene der Zylinderachse rotiert. Eine effektive Zündung wird dabei durch die Zündkerze gewährleistet, welche in einem hinteren Abschnitt des Strömungsweges der Verbrennungsluft im Brennraum liegt. Bei einer Tumble-Strömung mit zunächst etwa parallel zum Brennraumdach einströmender Verbrennungsluft wird die Zündkerze daher vorzugsweise im Bereich des Lufteinlasses angeordnet, das heißt benachbart des Einlaßventils, beispielsweise zwischen zwei Einlaßventilen bei Mehrventilmotoren. Bei umgekehrter Tumble-Strömung (Reverse-Tumble) wird die Zündkerze entsprechend vorzugsweise auf der Auslaßseite angeordnet. Des weiteren kann die Gemischbildung der erfindungsgemäßen Otto-Brennkraftmaschine mit Kraftstoffeinspritzung in einem Freistrahle durch drallförmige Ladungsbewegung im Brennraum verbessert wer-

den. Mit einer Drallströmung der Verbrennungsluft um die Zylinderachse können bei der Gemischbildung Unsymmetrien und Strähnigkeit des eingespritzten Kraftstoffstrahls vermindert werden und somit die Zündbedingungen im Bereich der am Kraftstoffkegel hervortretenden Wirbel verbessert werden. Der Drall kann durch entsprechend geformte Einlaßkanäle, sogenannte Drall- oder Spiralkanäle, durch Versetzung der Einlaßventile oder gedrehtem Ventilstern oder bei Mehrventilmotoren mittels Ventilabschaltung oder verstellbaren Drosselementen im Ansaugtrakt erzeugt werden.

Der optimale Öffnungswinkel des Kraftstoffkegels im Winkelbereich zwischen  $70^\circ$  und  $110^\circ$  zur Ausbildung kräftiger Kraftstoffwirbel im Strahlrandbereich ist abhängig von der Brennraumform, insbesondere vom Anstellwinkel der Ventilachsen der Gaswechselventile. Bei einem Dachwinkel des Brennraumdaches von  $180^\circ$  beträgt der optimale Strahlwinkel des Kraftstoffkegels etwa  $90^\circ$ . Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, den Öffnungswinkel des Kraftstoffkegels bei einer Abnahme des Dachwinkels von etwa  $10^\circ$  um etwa  $1^\circ$  bis  $2^\circ$  zu reduzieren. Gute Gemischkonfigurationen werden in einem Akzeptanzbereich von etwa  $20^\circ$  oberhalb und unterhalb des theoretisch optimalen Öffnungswinkels des Kegelstrahls erreicht, also im Winkelbereich von etwa  $70^\circ$  bis  $110^\circ$ .

Die Zündung erfolgt vorzugsweise nach dem Ende des Einspritzvorganges etwa 0,1 ms bis 1,5 ms nach dem Einspritzende.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine Otto-Brennkraftmaschine,

Fig. 2 eine Vergrößerung eines Endabschnittes der Ventilenadel eines Injektors,

Fig. 3 in schematischer Darstellung die Lage des Kraftstoffes im Brennraum nach der Einspritzung,

Fig. 4 einen Querschnitt durch eine Otto-Brennkraftmaschine mit einer Doppelzündung.

Fig. 1 zeigt eine direkteinspritzende Otto-Brennkraftmaschine 1, in deren Zylinder 2 ein Kolben 3 längsbeweglich angeordnet ist und mit der Innenwand 15 eines auf den Zylinder 2 aufgesetzten Zylinderkopfes 5 einen Brennraum 4 begrenzt. Im Zylinderkopf 5 ist ein Kraftstoff-Injektor 6 angeordnet, welcher zentral auf der Zylindermittelachse 14 liegend Kraftstoff auf den Kolben 3 gerichtet direkt in den Brennraum 4 einspritzt. Die zur inneren Gemischbildung erforderliche Verbrennungsluft 16 wird durch einen Einlaßkanal 13 dem Brennraum 4 zugeführt. Im Zylinderkopf 5 ist weiter eine Zündkerze 7 angeordnet, deren Elektroden 12 in den Brennraum 4 einragen, wobei zum Zündzeitpunkt ein Zündfunke zwischen den Elektroden 12 ausgelöst wird, welcher beim Überspringen zündfähiges Gemisch im Brennraum 4 durchschlägt.

Der Injektor 6 weist eine nach außen öffnende Einspritzdüse 11 auf, welche einen sich zum Kolben erweiternden, hohlkegelförmigen Kraftstoffstrahl erzeugt. Die Elektroden 12 der Zündkerze 7 liegen außerhalb der Mantelfläche 9 des von der Einspritzdüse 11 erzeugten Kraftstoffkegels 8 und werden so beim Einspritzvorgang nicht mit Kraftstoff benetzt.

Der Injektor wird piezoelektrisch betätigt, wobei die Einspritzdüse 11 von einem Piezoelement schnell und präzise einstellbar freigegeben und geschlossen wird. Durch die entsprechende Wahl der Einspritzzeit und deren präzise Einhaltung während des Arbeitsspiels mittels der piezoelektrischen Betätigung des Injektors wird die Ausbildung der gewünschten Freistrahlförmigkeit des Kraftstoffkegels gefördert.

Die Brennkraftmaschine arbeitet in weiten Kennfeldbereichen im Schichtladungsbetrieb, wobei der Kraftstoff während des Kompressionstaktes des Zylinders 2 eingespritzt wird. Aufgrund der späten Kraftstoffeinspritzung während des Arbeitsspiels entsteht eine geschichtete Brennraumladung mit örtlich unterschiedlichen Kraftstoffkonzentrationen, wobei sich außerhalb des Kraftstoffkegels 8 sehr mageres Gemisch bildet bzw. reine Luft befindet.

Um zündfähiges Gemisch zwischen die Elektroden 12 der Zündkerze 7 zu bringen, weist die Brennkraftmaschine eine derartige Brennraumkonfiguration auf, daß der Kraftstoffkegel 8 in einem von der Brennraumbegrenzung durch die Zylinderkopf-Innenwand 15 weitgehend unbeeinflussten Freistrahle eingespritzt wird. Die Mantelfläche 9 des Kraftstoffkegels 8 kann weit von der Innenwand 15 entfernt liegen, wobei sich an dem vom Wandeinfluß der Brennraumbegrenzung entkoppelten Freistrahle Kraftstoffwirbel 10 bilden, welche aus der Mantelfläche 9 herausragen. Der Öffnungswinkel  $\alpha$  des Kraftstoffkegels 8 beträgt zwischen  $70^\circ$  und  $110^\circ$ , wobei sich die Kraftstoffwirbel 10 am Kegelrand besonders ausgeprägt ergeben. Der optimale Öffnungswinkel  $\alpha$  des Kraftstoffwinkels 8 wird von der Gestalt des Brennraumes beeinflusst, beispielsweise von der Kontur der Zylinderkopf-Innenwand oder auch der Ausrichtung der Aus- und Einlaßkanäle und der Gaswechselventile, das heißt der Strömungsrichtung der Verbrennungsluft im Brennraum 4. Bei einer ebenen Innenwand mit einem Neigungswinkel von  $0^\circ$  beträgt der optimale Öffnungswinkel  $\alpha$  etwa  $90^\circ$ , wobei ausreichend kräftige Kraftstoffwirbel 10 am Kegelrand in einem Winkelbereich von etwa  $20^\circ$  oberhalb und unterhalb des optimalen Öffnungswinkels  $\alpha$  ausgebildet werden. Mit zunehmender Neigung der Brennraumbegrenzung durch die Zylinderkopf-Innenwand 15 verringert sich der optimale Öffnungswinkel  $\alpha$  um etwa  $1^\circ$  bis  $2^\circ$  bezogen auf etwa  $10^\circ$  Zunahme der Innenwandneigung.

Die Kraftstoffwirbel 10 entstehen aufgrund einer Luftströmung im Bereich der Mantelfläche 9 des Kraftstoffkegels durch vom Kraftstoffstrahl mitgerissene Luft, wobei dieser Strömung entgegengesetzt durch den entstehenden Unterdruck ebenfalls eine Luftströmung erzeugt wird. Die Kraftstoffwirbel 10 transportieren Kraftstoff in weit außerhalb des Kraftstoffkegels 8 liegende Brennraumbereiche und vermischen sich dort mit der Verbrennungsluft 16, die in einer Tumbleströmung gemäß Pfeilrichtung in den Brennraum 4 strömt. Bei der Tumbleströmung bewegt sich die Brennraumladung in einer Ebene, die in der Zylinderachse 14 liegt.

Die Zündkerze ist derart angeordnet, daß die Elektroden 12 in den Gemischwirbel 10 einragen. Auch im außerhalb des Kraftstoffkegels 8 liegenden Brennraumbereich, in dem sich die Elektroden 12 vor direkter Kraftstoffbenetzung geschützt befinden, kann so mit den bei Freistrahleinspritzung vorliegenden Kraftstoffwirbeln 10 zündfähiges Gemisch an der Zündkerze 7 bereitgestellt werden.

Die Kraftstoffwirbel 10 bilden sich nahezu unabhängig von der Brennraumform aus und die Innenwand 15 des Zylinderkopfes 5 kann daher beliebig gestaltet werden. Der Einspritzfreistrahle ist hohlkegelförmig, wodurch ein hoher Anteil der gesamten Kraftstoff-Einspritzmenge in der Mantelfläche 9 des Kegelstrahls 8 geführt wird und so von den Kraftstoffwirbeln 10 erfaßbar ist. Der Zündzeitpunkt kann in einem weiten Bereich im wesentlichen unabhängig vom Einspritzzeitpunkt variiert und bedarfsweise eingestellt werden, da die Kraftstoffwirbel über einen längeren Zeitraum stabil im Brennraum ausgeprägt werden und etwa 50° KW nach dem Einspritzende noch Kraftstoff an der Zündkerze 7 vorliegt.

Aufgrund der Stabilität der Kraftstoffwirbel 10 und des zur Zündung bereitstehenden langen Zeitraumes kann die Zündkerze 7 relativ weit vom Injektor 6 entfernt im Zylinderkopf angeordnet werden, wodurch sich die Brennraumkonfiguration

und die konstruktive Gestaltung des Zylinderkopfes 5 wesentlich vereinfacht. Der Abstand der Funkenlage entsprechend der Anordnung der Elektroden 12 zur Einspritzdüse kann zwischen 7 mm und 30 mm betragen. Die Funkenlage ist dabei zwischen 1 mm bis 15 mm von der Mantelfläche 9 des Kraftstoffkegels 8 entfernt. Die Distanz der Elektroden 12 zum Kraftstoffkegel 8 wird entsprechend dem gewünschten Betriebsverhalten im jeweiligen Einsatzfall der direkteinspritzenden Otto-Brennkraftmaschine 1 gewählt.

Fig. 2 zeigt eine Vergrößerung des in den Brennraum einragenden Endabschnitts des Injektors 6. In dem Injektor 6 ist eine längsverschiebbliche Ventilnadel 21 angeordnet, welche nach außen, das heißt in den Brennraum öffnend das Verschußglied des Injektors 6 bildet. Die Spitze der Ventilnadel 21 und der Ventilsitz des Injektors 6 sind derartig ausgebildet, daß der einzuspritzende Kraftstoffstrahl in einem Winkel  $\alpha$  aus dem Injektor 6 austritt, welcher in einem Fenster zwischen  $70^\circ$  und  $110^\circ$  liegt. Besonders vorteilhaft tritt der Kraftstoffstrahl senkrecht zu den Oberflächen der außen liegenden Kanten 23 der Ventilnadel 21 aus, wodurch sich eine verringerte Empfindlichkeit der Ventilnadel bezüglich Ablagerungen oder der Bildung von Verkokungen ergibt. Der Austrittswinkel  $\alpha$  bestimmt dabei den Öffnungswinkel des Hohlkegelstrahls, welcher durch den Injektor 6 erzeugt wird.

Fig. 3 zeigt in schematischer Darstellung einen Brennraum 4, in dem der Kraftstoff durch die hervortretenden Wirbel aus der Mantelfläche des eingespritzten Kraftstoffstrahls torusförmig konzentriert wird. Der Kraftstofftorus 22 wird sich bei der Gemischbildung im Innenraum 4 entsprechend der Strömungsrichtung der einströmenden Verbrennungsluft bewegen. Vorteilhaft sind sogenannte Tumble-Strömungen oder Reverse-Tumble, wobei sich eine Ladungsbewegung in Pfeilrichtung ergibt.

Fig. 4 zeigt eine Ausbildung der erfindungsgemäßen Otto-Brennkraftmaschine 1 mit zwei Zündkerzen 7, 7' pro Zylinder 2. Für gleiche Bauteile sind der Einfachheit halber die Bezugszeichen aus Fig. 1 vorgesehen.

Der Injektor 6 ist in zentraler Lage im Brennraum auf der Zylinderachse 14 angeordnet und spritzt einen hohlkegelförmigen Kraftstoffstrahl 8 in den Brennraum 4 ein. Die beiden Zündkerzen 7, 7' sind unsymmetrisch zur Zylinderachse 14 in unterschiedlichen Abständen zum Injektor 6 im Zylinderkopf 5 angeordnet. Die Funkenlagen entsprechen der jeweiligen Lage der Elektroden 12 der Zündkerzen 7, 7' und sind bei den beiden Zündkerzen relativ zum Kraftstoffkegel 8 unterschiedlich. Im Kennfeld der Brennkraftmaschine 1 sind bei verschiedenen Lastbereichen unterschiedliche Einspritzzeitpunkte im Hinblick auf das Betriebsverhalten der Brennkraftmaschine 1 vorteilhaft. Dabei treten aus dem Kegelmantel 8 Kraftstoffwirbel an unterschiedlichen Stellen abhängig von der Betriebsart

(Schichtladungsbetrieb/homogene Gemischbildung) und den Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine auf. In Abstimmung mit der Mantelzone, in dem über das gesamte Schichtladungskennfeld der Brennkraftmaschine Kraftstoffwirbel auftreten können, sind die Zündkerzen 7, 7' angeordnet, wobei jede der Zündkerzen 7, 7' benachbart der Extremlagen der Kraftstoffwirbel in dem möglichen Kegelmantelbereich liegen. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß in jedem Betriebspunkt mit Schichtladung der Brennkraftmaschine und unter sämtlichen möglichen Betriebsbedingungen die auftretenden Kraftstoffwirbel von mindestens einer der beiden zur Verfügung stehenden Zündkerzen 7, 7' zündbar ist.

Die Elektroden 12 beider Zündkerzen 7, 7' liegen außerhalb des Hohlkegelstrahls 8 und sind so vor direkter Benetzung mit Kraftstoff geschützt. Vorteilhaft bestimmt eine Steuereinheit 17 in Abhängigkeit der vorgesehenen Betriebsart der Brennkraftmaschine 1 und Meßwerten der Betriebsbedingungen



der Brennkraftmaschine (z. B. Drehzahl, Last), welche der beiden Zündkerzen 7, 7' zur Zündung des Kraftstoff/Luft-Gemisches im Brennraum 4 eingesetzt wird. Entsprechende Daten zur Steuerung der Zündung können in einem Kennfeldspeicher der Steuereinheit 17 zur bedarfsweisen Entnahme zur Verfügung gestellt sein. Die Steuereinheit 17 koordiniert die Zündung, das heißt die Wahl der Zündkerze 7, 7' und den Zündzeitpunkt mit den Einspritzparametern und steuert den Injektor 6. Die Zündung erfolgt vorzugsweise nach der Beendigung des Einspritzvorganges, idealerweise in einem Zeitraum zwischen 0,1 ms und 1,5 ms nach dem Einspritzende.

Es kann zweckmäßig sein, beispielsweise unter extremen Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine, beide Zündkerzen 7, 7' im gleichen Arbeitsspiel des Kolbens 3 einzusetzen und durch eine Doppelzündung in unterschiedlichen Funkenlagen die sichere Gemischzündung sicherzustellen.

Der Kolben 3 weist in seinem Kolbenboden 18 eine Kolbenmulde 19 auf, welche mit einer turbinenschaufelartigen Kontur die Ausbildung der aus dem Kraftstoffstrahl 8 hervortretenden Kraftstoffwirbel unterstützt und insbesondere im Schichtladungsbetrieb zur Stabilisierung der torusförmigen Gemischwolke beiträgt. Die Kolbenmulde 19 weist eine mittige Erhebung 20 auf, welche etwa auf Höhe der Symmetrieachse des Hohlkegelstrahls 8 liegt, also bei der vorliegenden Brennraumkonfiguration sich in zentraler Lage im Kolbenboden 18 befindet. Die zentrale Erhebung wird von einer wulstartigen Einsenkung umgeben, wobei eine schaufelartige Kontur für den auftreffenden Kraftstoffstrahl gebildet ist.

### Ansprüche

1. Direkteinspritzende Otto-Brennkraftmaschine mit einem Brennraum (4), der in jedem Zylinder (2) von einem längsbeweglichen Kolben (3) und der Innenwand (15) eines Zylinderskopfes (5) begrenzt ist, mit einem Injektor (6), dessen Einspritzdüse (11) Kraftstoff kegelförmig in den Brennraum (4) einspritzt zur Bildung eines zündfähigen Kraftstoff/Luft-Gemisches mit separat zugeführter Verbrennungsluft, wobei das Gemisch von einer Zündkerze (7) zu zünden ist, deren Elektroden (12) außerhalb der Mantelfläche (9) des von der Einspritzdüse (11) erzeugten Kraftstoffkegels (8) liegen, gekennzeichnet durch eine derartige Brennraumkonfiguration, daß der Kraftstoffkegel (8) in einem von der Brennraumbegrenzung nahezu unbeeinflussten Freistrahle eingespritzt wird und die Elektroden (12) der Zündkerze (7) in einen bei der Einspritzung aus der Mantelfläche (9) hervortretenden Kraftstoffwirbel (10) einragen.
2. Otto-Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Öffnungswinkel ( $\alpha$ ) des Kraftstoffkegels (8) zwischen 70° und 110° beträgt.
3. Otto-Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Einspritzfreistrahle hohlkegelförmig ist.
4. Otto-Brennkraftmaschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Injektor (6) eine nach außen öffnende Einspritzdüse (11) aufweist.

5. Otto-Brennkraftmaschine nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Injektor (6) eine Mehrlochdüse umfaßt, wobei die Düsenlöcher der Mehrlochdüse derart angeordnet sind, daß sich aus den durchtretenden Einzelstrahlen bei der Kraftstoffeinspritzung ein Hohlkegelstrahl (8) ergibt.
6. Otto-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 3 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Injektor (6) derart angeordnet ist, daß ein Winkel zwischen einer Symmetrieachse des Kraftstoffkegels (8) und einer Zylinderachse (14) des Zylinders (2) weniger als 25° beträgt.
7. Otto-Brennkraftmaschine nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Einspritzdüse (11) in einem Abstand von weniger als 20 mm von der Zylinderachse entfernt liegt.
8. Otto-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Injektor (6) piezoelektrisch betätigt wird.
9. Otto-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Funkenlage der Elektroden (12) 1 mm bis 15 mm von der Mantelfläche (9) des Kraftstoffkegels (8) entfernt ist.
10. Otto-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 4 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Funkenlage der Elektroden (12) 7 bis 30 mm von der Einspritzdüse (11) entfernt ist.

11. Otto-Brennkraftmaschine nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Zündkerzen (7, 7') pro Zylinder (2) vorgesehen sind.
12. Otto-Brennkraftmaschine nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Funkenlagen der beiden Zündkerzen (7, 7') in gleichem Abstand zum Injektor (6) liegen.
13. Otto-Brennkraftmaschine nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Zündkerzen (7, 7') mit ihren jeweiligen Funkenlagen in unterschiedlichen Abständen zum Injektor (6) angeordnet sind.
14. Otto-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß beide Zündkerzen (7, 7') zur Zündung eingesetzt werden (Doppelzündung).
15. Otto-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 14, gekennzeichnet durch eine Brennraumkonfiguration mit abgelenkter Einströmung der Verbrennungsluft in dem Brennraum (4) unter Ausbildung einer Tumble-Strömung in einer die Zylinderachse (14) einschließenden Ebene, wobei die Zündkerze (7, 7') in einem hinteren Abschnitt des Strömungsweges der Verbrennungsluft im Brennraum (4) liegt.
16. Otto-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß ein Kolbenboden (18) des Kolbens (3) mit einer Kolbenmulde (19) versehen ist, die eine Schaufelkontur mit einer etwa auf Höhe des Zentrums des auftreffenden Kraftstoffkegels (8) liegenden Erhebung (20) aufweist.

17. Otto-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 17,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Brennkraftmaschine (1)  
in weiten Kennfeldbereichen mit Ladungsschichtung und  
Kraftstoffeinspritzung während des Kompressionstaktes  
betrieben wird.

1/3

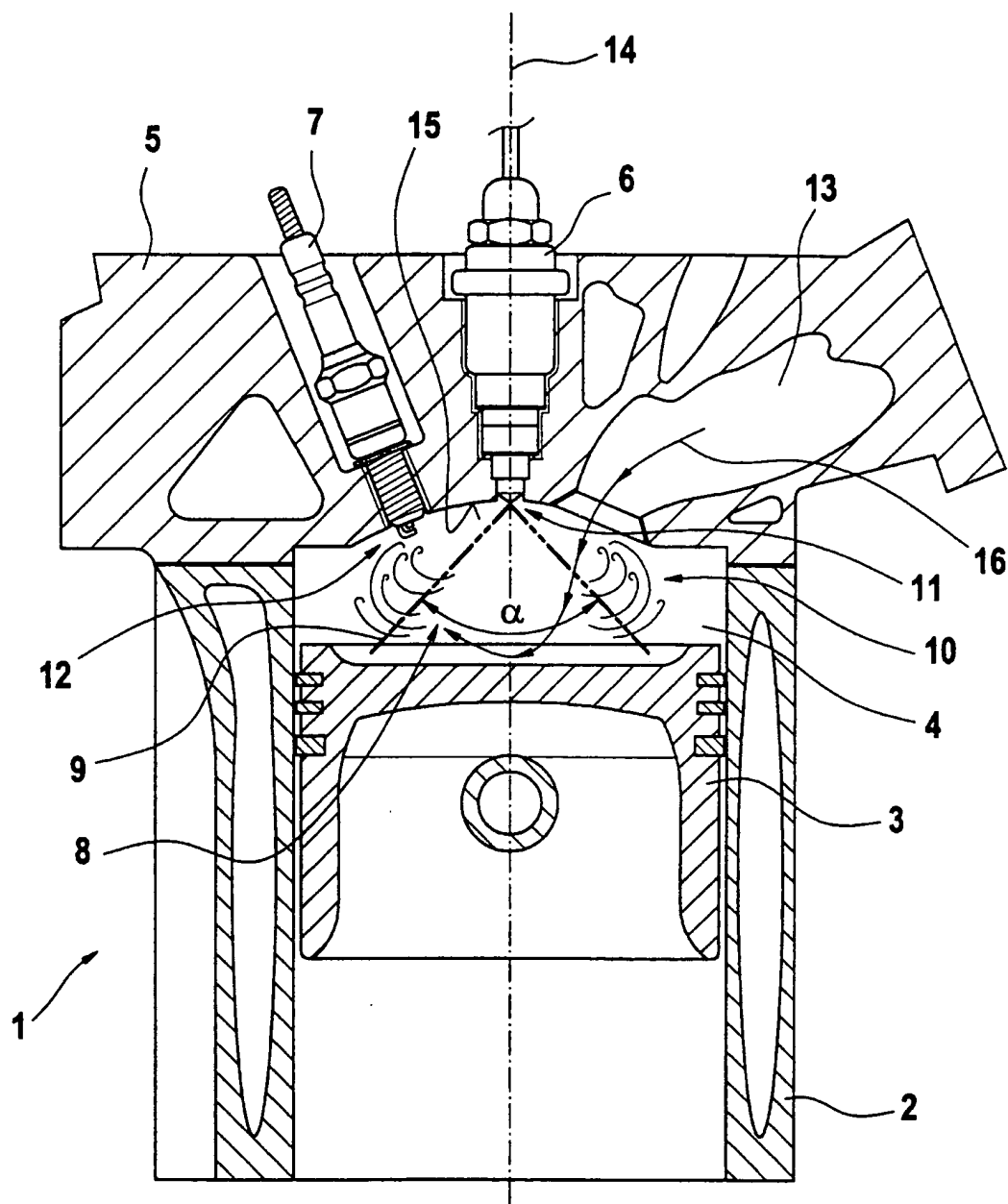


Fig. 1

2/3

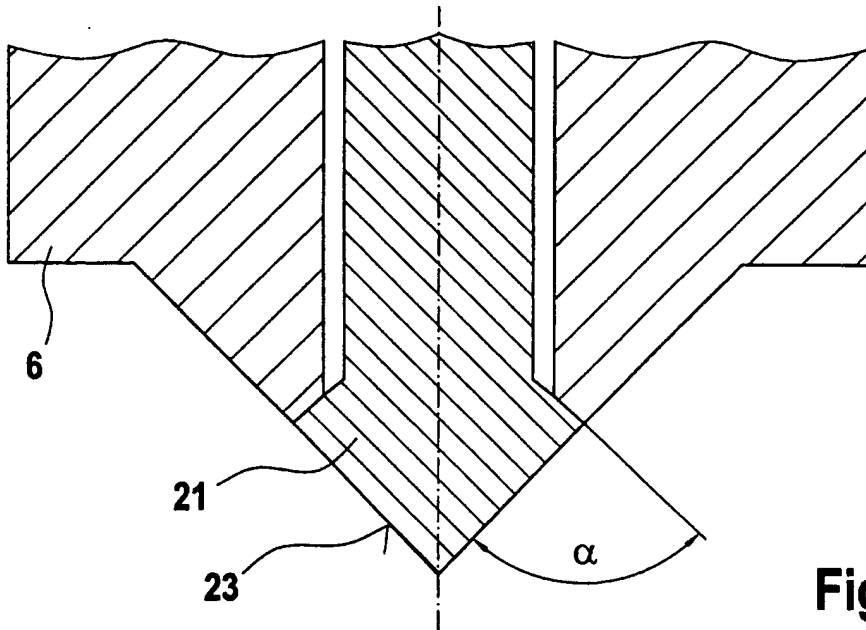


Fig. 2

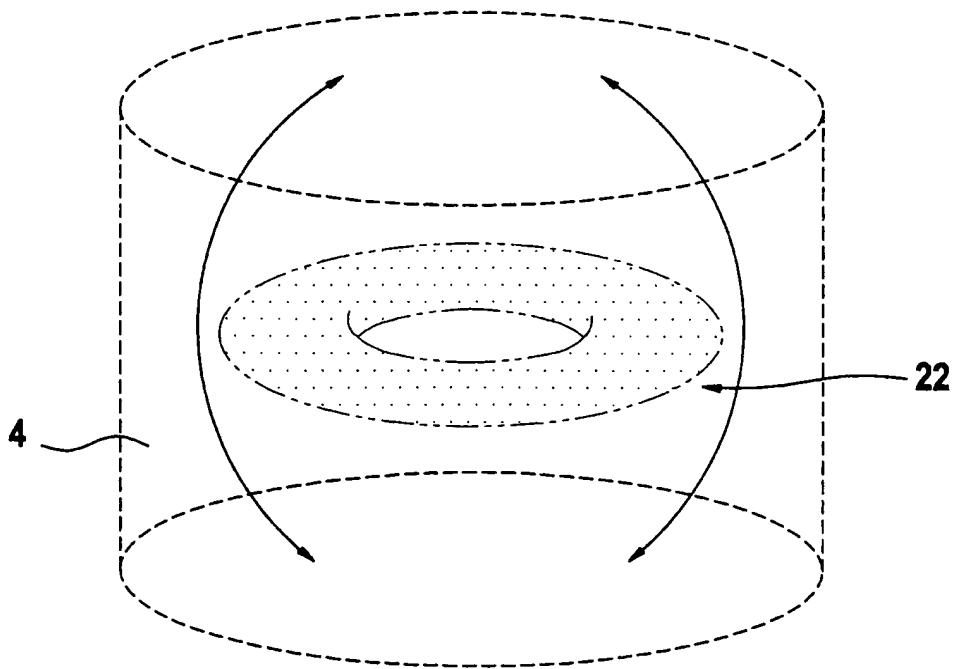


Fig. 3

3/3

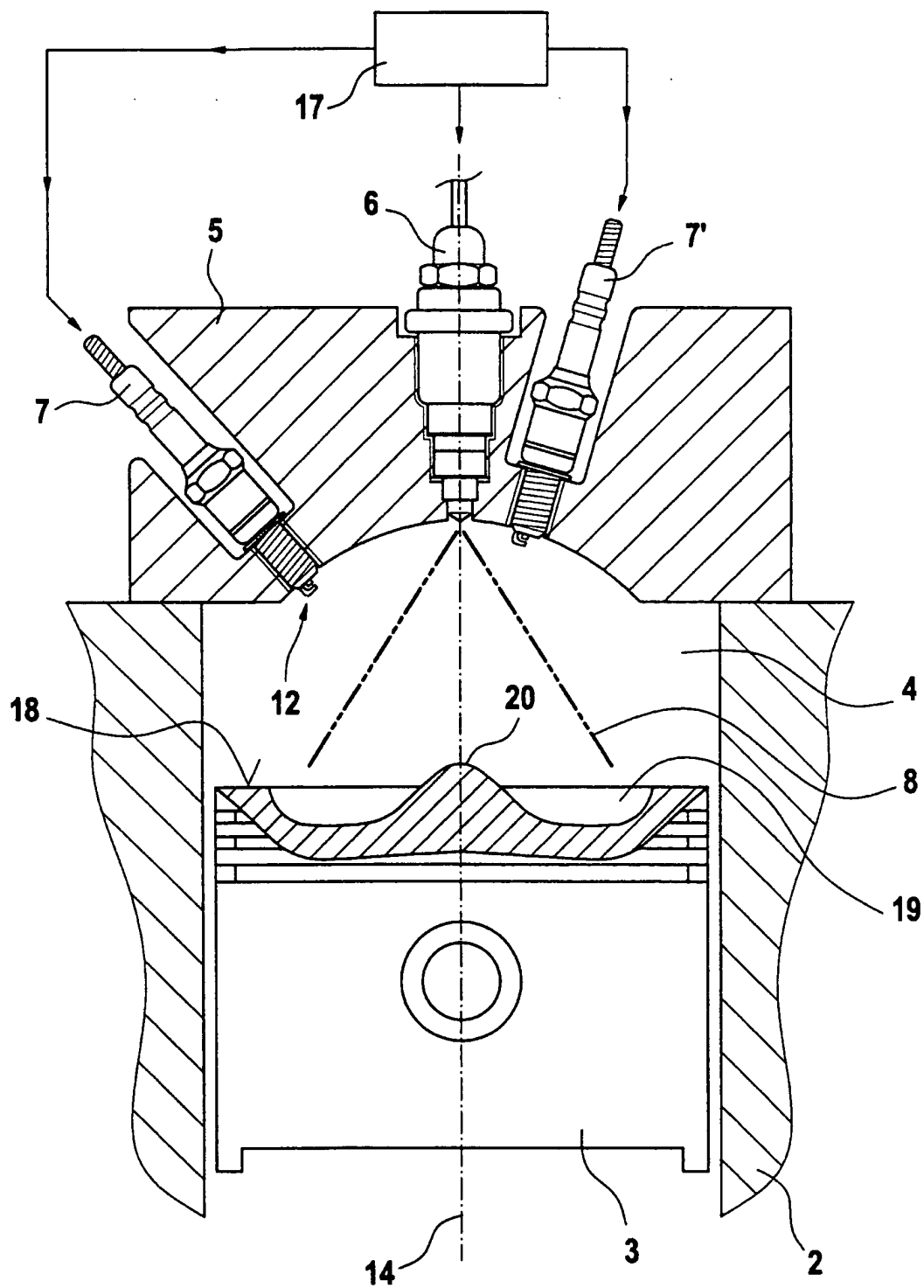


Fig. 4



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Interr. Application No  
PCT/EP 00/02078

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F02B23/10 F02B17/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 577 473 A (LINDER ) 26 November 1996 (1996-11-26) abstract column 2, line 55 -column 4, line 50; figures 1-3	1,3,4,17
X	DE 195 46 945 A (MERCEDES-BENZ) 19 June 1997 (1997-06-19) cited in the application column 1, line 30 - line 45 column 2, line 35 -column 3, line 45; figures 1,2	1,17
X,P	DE 197 49 295 A (DAIMLERCHRYSLER ) 20 May 1999 (1999-05-20) abstract column 2, line 64 -column 3, line 63; figures 1,2	1,17
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 June 2000

Date of mailing of the international search report

19/06/2000

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van Zoest, A

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 00/02078

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 196 42 653 C (DAIMLER-BENZ ) 22 January 1998 (1998-01-22) abstract column 4, line 2 -column 5, line 19; figures 1,2,7 ---	1-5,8,17
A	EP 0 835 994 A (FUJI HEAVY IND) 15 April 1998 (1998-04-15) abstract column 3, line 19 -column 7, line 6; figures 1-10 ---	1-3, 15-17
A	US 4 790 270 A (MCKAY ET AL) 13 December 1988 (1988-12-13) abstract column 6, line 50 -column 7, line 70; figures 3,4 ---	1,5
A	US 5 327 864 A (REGUEIRO ) 12 July 1994 (1994-07-12) abstract column 4, line 10 -column 6, line 52; figures 1-6 ---	11,13,14
A	GB 2 323 633 A (DAIMLER-BENZ ) 30 September 1998 (1998-09-30) abstract page 10, paragraph 2 -page 11, paragraph 3; figures 1,4 -----	16

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/02078

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5577473 A	26-11-1996	DE 4441092 A GB 2295204 A JP 8210226 A	23-05-1996 22-05-1996 20-08-1996
DE 19546945 A	19-06-1997	US 5724937 A	10-03-1998
DE 19749295 A	20-05-1999	FR 2770873 A	14-05-1999
DE 19642653 C	22-01-1998	FR 2754564 A GB 2318390 A,B IT 1295425 B US 5983853 A	17-04-1998 22-04-1998 12-05-1999 16-11-1999
EP 0835994 A	15-04-1998	JP 10115223 A US 5813385 A	06-05-1998 29-09-1998
US 4790270 A	13-12-1988	AU 590787 B AU 6146486 A WO 8700575 A BE 905141 A BR 8606776 A CA 1314449 A CN 1014816 B DE 3690388 C DE 3690388 T FR 2585078 A GB 2188368 A,B IN 169264 A IT 1198001 B JP 7081530 B JP 63500321 T KR 9401920 B MX 171502 B NL 8620297 T SE 459931 B SE 8701142 A	16-11-1989 10-02-1987 29-01-1987 17-11-1986 13-10-1987 16-03-1993 20-11-1991 29-08-1996 16-07-1987 23-01-1987 30-09-1987 21-09-1991 21-12-1988 30-08-1995 04-02-1988 11-03-1994 03-11-1993 01-06-1987 21-08-1989 19-03-1987
US 5327864 A	12-07-1994	NONE	
GB 2323633 A	30-09-1998	DE 19712357 A FR 2761406 A US 5906183 A	01-10-1998 02-10-1998 25-05-1999

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. Aktenzeichen

PCT/EP 00/02078

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 7 F02B23/10 F02B17/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 F02B		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 577 473 A (LINDER ) 26. November 1996 (1996-11-26) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 55 -Spalte 4, Zeile 50; Abbildungen 1-3 ---	1,3,4,17
X	DE 195 46 945 A (MERCEDES-BENZ) 19. Juni 1997 (1997-06-19) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeile 30 - Zeile 45 Spalte 2, Zeile 35 -Spalte 3, Zeile 45; Abbildungen 1,2 ---	1,17
X,P	DE 197 49 295 A (DAIMLERCHRYSLER ) 20. Mai 1999 (1999-05-20) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 64 -Spalte 3, Zeile 63; Abbildungen 1,2 --- -/--	1,17
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen         </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie         </div> </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche <b>9. Juni 2000</b>		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts <b>19/06/2000</b>
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  <b>Van Zoest, A</b>

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/02078

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 196 42 653 C (DAIMLER-BENZ ) 22. Januar 1998 (1998-01-22) Zusammenfassung Spalte 4, Zeile 2 -Spalte 5, Zeile 19; Abbildungen 1,2,7 ---	1-5,8,17
A	EP 0 835 994 A (FUJI HEAVY IND) 15. April 1998 (1998-04-15) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 19 -Spalte 7, Zeile 6; Abbildungen 1-10 ---	1-3, 15-17
A	US 4 790 270 A (MCKAY ET AL) 13. Dezember 1988 (1988-12-13) Zusammenfassung Spalte 6, Zeile 50 -Spalte 7, Zeile 70; Abbildungen 3,4 ---	1,5
A	US 5 327 864 A (REGUEIRO ) 12. Juli 1994 (1994-07-12) Zusammenfassung Spalte 4, Zeile 10 -Spalte 6, Zeile 52; Abbildungen 1-6 ---	11,13,14
A	GB 2 323 633 A (DAIMLER-BENZ ) 30. September 1998 (1998-09-30) Zusammenfassung Seite 10, Absatz 2 -Seite 11, Absatz 3; Abbildungen 1,4 -----	16

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/02078

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5577473 A	26-11-1996	DE 4441092 A GB 2295204 A JP 8210226 A	23-05-1996 22-05-1996 20-08-1996
DE 19546945 A	19-06-1997	US 5724937 A	10-03-1998
DE 19749295 A	20-05-1999	FR 2770873 A	14-05-1999
DE 19642653 C	22-01-1998	FR 2754564 A GB 2318390 A,B IT 1295425 B US 5983853 A	17-04-1998 22-04-1998 12-05-1999 16-11-1999
EP 0835994 A	15-04-1998	JP 10115223 A US 5813385 A	06-05-1998 29-09-1998
US 4790270 A	13-12-1988	AU 590787 B AU 6146486 A WO 8700575 A BE 905141 A BR 8606776 A CA 1314449 A CN 1014816 B DE 3690388 C DE 3690388 T FR 2585078 A GB 2188368 A,B IN 169264 A IT 1198001 B JP 7081530 B JP 63500321 T KR 9401920 B MX 171502 B NL 8620297 T SE 459931 B SE 8701142 A	16-11-1989 10-02-1987 29-01-1987 17-11-1986 13-10-1987 16-03-1993 20-11-1991 29-08-1996 16-07-1987 23-01-1987 30-09-1987 21-09-1991 21-12-1988 30-08-1995 04-02-1988 11-03-1994 03-11-1993 01-06-1987 21-08-1989 19-03-1987
US 5327864 A	12-07-1994	KEINE	
GB 2323633 A	30-09-1998	DE 19712357 A FR 2761406 A US 5906183 A	01-10-1998 02-10-1998 25-05-1999

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**